نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۸۸-۳۶۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 3, Fall 2021, p. 369-388

مقاله علمی- پژوهشی

تعیین انرژی قابل متابولیسم ذرت فرآوری شده در دماهای مختلف و اثر آن در جیره‌های با و بدون مکمل آنــزیمی بر عملکرد رشد و مورفولوژی روده کوچک جوجه‌های گوشتی در دوره ۲٤ –۱ روزگی

محسن تیموری[۱]، احمد حسن آبادی[۲*]، حسن نصیری مقدم[۲]، ابوالقاسم گلیان[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۶

تیموری، م.، ا. حسن آبادی، ح. نصیری مقدم، و ا. گلیان. ۱۴۰۰. تعیین انرژی قابل متابولیسم ذرت فرآوری شده در دماهای مختلف و اثر آن در جیره‌های با و بدون مکمل آنـزیمی بر عملکرد رشد و مورفولوژی روده کوچک جوجه‌های گوشتی در دوره ۲۴ –۱ روزگی. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۳(۳): ۳۸۸-۳۶۹.

چکیده

به‌منظور تعیین محتوی ماده خشک ذرت، انرژی قابل متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم پروتئین خام از یک جیره پایه که تنها منبع انرژی و پروتئین آن ذرت فرآوری شده (در دماهای ۵۵، ۷۰ و $^{\circ}C$۸۵ به‌مدت ۱۵۰ ثانیه) و نشده با و بدون مکمل آنزیمی بود، آزمایش اول به روش جمع‌آوری فضولات با استفاده از تعداد ۱۴۴ قطعه جوجه‌گوشتی سویه راس ۳۰۸ در سن ۹–۳ روزگی انجام شد. فرآوری ذرت در $^{\circ}C$۷۰ نسبت به $^{\circ}C$۸۵، قابلیت هضم ماده خشک را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشید. در آزمایش دوم، اثر دماهای فرآوری و مکمل آنزیمی روابیو، سطح صفر و ۰/۵ گرم در کیلوگرم جیره با استفاده از تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه‌گوشتی ۲۴-۱ روزگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل ۴×۲ با ۶ تکرار و ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار مطالعه شد. فرآوری ذرت ضریب تبدیل خوراک را در سن ۱۰-۱ روزگی به‌طور معنی‌داری بهبود داد؛ اما سایر صفات عملکردی تحت تأثیر تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها قرار نگرفت. افزودن آنزیم باعث کاهش معنی‌دار وزن نسبی لوزالمعده شد. فرآوری ذرت باعث بهبود معنی‌دار پهنای پرز، عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت شد. افزودن آنزیم ارتفاع و پهنای پرز را به‌طور معنی‌داری بهبود داد. جمعیت لاکتوباسیل‌ها تحت تأثیر فرآوری و مکمل آنزیمی بهبود معنی‌داری نشان داد. بیفیدوباکترها، اشریشیا کولای و کلستریدیوم در محتویات ایلئوم تحت تأثیر فرآوری، آنزیم و اثر متقابل آنها قرار نگرفت. با توجه به نتایج این آزمایش، فرآوری حرارتی ذرت و افزودن آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری بر عملکرد رشد نداشت؛ ولی شاخص‌های بافت‌شناسی ژژنوم و فلور میکروبی روده کوچک را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، جوجه گوشتی، ذرت، عملکرد، فرآوری حرارتی.

مقدمه

روند رو به رشد جمعیت، کمبود مراتع و منابع و در مقابل آن افزایش نیاز انسان برای فراهم نمودن پروتئین حیوانی (مرغ و تخم‌مرغ) باعث شده که متخصصان تغذیه طیور با تکیه بر دانش و فن به دنبال تصحیح و ارتقاء روش‌های تغذیه‌ای موجود بوده و همواره مسیری که بتواند استفاده حداکثری از مواد خوراکی را سبب شود، جستجو می‌کنند. به کارگیری تکنیک‌های مختلف فرآوری خوراک دام

۱- دانشجوی دکتری تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- استادان گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email:hassanabadi@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v13i3.83851

و طیور با ا ستفاده از حرارت بخار از روش‌هایی ا ست که سال‌ها ست بشـر از آن در افزایش بهره‌وری خوراک اسـتفاده نموده اسـت. تکامل ژنتیکی نیز باعث شده نیاز پرندگان در بازه‌های زمانی مختلف، متفاوت با شد بدون شک این پی شرفت ژنتیکی یکی از عوامل ا صلی مؤثر در پی شرفت تولیدات طیور به ویژه در ارتباط با ضریب تبدیل خوراک و سرعت ر شد بوده همچنین ر شد پیو سته ماهیچه و بهره‌وری پرنده در تبدیل خوراک به ماهیچه، با بازده در تولید انرژی ارتباط دارد. خوراک بی شترین هزینه (حدود ۷۰ در صد) تولیدات طیور را به‌خود اخت صاص می‌دهد (۳). ذرت یکی از غلات ا ستراتژیک ا ست که در تغذیه طیور مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد (۲۳). ذرت به‌دلیل دارا بودن مقادیر زیاد روغن، ن شا سته و مقدار فیبر کم، دانه‌ای پرانرژی مح سوب می شود. بخش ا صلی پر انرژی ذرت، اندو سپرم ن شا سته‌ای ا ست که شامل آمیلوز و آمیلوپکتین اســت (۱۰). باور بر این اســت که گرانول‌های نشـاسـته‌ای که دارای مقادیر بالایی از آمیلوز (بیشـتر از ۴۰ درصـد) هستند، نسبت به سایر گرانول‌ها مقاومت بیشتری در برابر هیدرولیز از خود نشان می‌دهند. بنابراین، هیدرولیز آنزیمی ممکن ا ست به وا سطه ناکافی بودن خلل و فرج که از خصوصیات فیزیکی-شیمیایی این مواد اسـت محدود شـود (۶). میزان آمیلوز بالا با کاهش قابلیت هضـم در ارتباط ا ست (۲۹). نشا سته منبع مهم تأمین انرژی در غلات به شمار رفته و توجه به د ستر سی و هضم آن حائز اهمیت می با شد (۲۴). در دیواره سلولی آندو سپرم دانه‌های غلات بخ شی از کربوهیدرات‌های سـاختمانی وجود دارند که در روده کوچک طیور محلول‌اند (اغلب آرابینوزایلان‌ها در ذرت) و وزن مولکولی بالایی دارند (۱۰). از جمله تغییرات فیزیکی و شـیمیایی مثبت فرآوری با حرارت بخار، ژلاتینه شدن نشاسته، دناتوره شدن پروتئین‌های مهار کننده آنزیم‌های دستگاه گوارش و شکسته شدن دیواره سلولی است (۲۲). پروتئین ذرت عمدتاً به صورت پرولامین (زئین) ا ست که الگوی ا سیدهای آمینه آن برای طیور مطلوب نمی‌باشـد. از طرف دیگر، زئین از نظر اسـیدهای آمینه لیزین و تریپتوفان فقیر اسـت (۱۶). پروتئین ذرت ممکن اسـت ارزش تغذیه‌ای پایینی داشـته باشـد، اما این پروتئین می‌تواند تا ۲۰ درصـد پروتئین جیره‌های آغازین جوجه‌های گو شتی را به خود اختصاص دهد (۹). امروزه تکنیک‌های مختلف فرآوری خوراک با کاهش سطوح مواد ضدتغذیه‌ای و متورم سازی ن شا سته منجر به بهبود سطح د ستر سی مواد مغذی و افزایش قابلیت هضم خوراک می‌شود (۲۰).

از شیوه‌های مختلف فرآوری می‌توان به سوپرکاندی شنینگ ا شاره نمود. مهم‌ترین مرحله در فرآوری حرارتی، کاندیشـنینگ یا فرآوری خوراک مش ا ست که با افزودن بخار به خوراک مش انجام می شود (۲۸). تیمار حرارتی متعادل جیره های جوجه های گوشـتی ارزش تغذیه‌ای خوراک را بهبود می‌بخشد. این بهبود با ژلاتیناسیون نشاسته، تخریب مواد ضـدتغذیه‌ای حسـاس به حرارت، تخریب دیواره‌های سلولی، بهبود قابلیت دسترسی مواد مغذی از طریق تفکیک ماتریکس پروتئینی و نشاسته و چربی در ارتباط است (۲۸). در مقایسه با فرآوری با حرارت متعادل، حرارت‌دهی با دمای بالا می‌تواند اثرات نامطلوبی از قبیل واکنش میلارد را باعث شود (۲۲ و ۲۷). چندین عامل فیزیکی و شیمیایی بر انرژی قابل متابولی سم و عملکرد حیوان مؤثر ه ستند که شامل ویسکوزیته و سختی دانه (۸)، نشاسته، پروتئین، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و چربی موجود در آن می‌باشند (۷ و ۲۳).

فرآوری دانـه غلات به‌عنوان یکـی از راهکارهای عمده جهت ت غییر و بهبـــــود ارزش غذایی مواد مغذی، مخصو صاً انرژی قابل متابولیسم، نشاسته و پروتئین برای طیور مطرح است (۱۹). این فرآیند با تخریب عوامل ضـــد تغذیه‌ای خوراک‌های با منشـــأ گیاهی ارزش غذایی انرژی و پروتئین را بالا می‌برد (۲۶). دستگاه سوپرپخت قابلیت فرآوری اجزای مختلف خوراک با دامنه‌ای از دماها و زمانهای متفاوت را دارد که در برخی از کارخانجات خوراک دام و طیور ایران در حال استفاده است. با این شیوه از فرآوری، در واحدهای پرورش طیور که به هر دلیل تمایلی به اسـتفاده از خوراک پلت ندارند می‌توان مواد ضـد تغذیه‌ای و سالمونلا را از بین برده و بهره‌وری بیشتر از غلات را انتظار دا شت. همچنین در مواقع شیوع بیماریهای متابولیکی و ویرو سی، با فراهم نمودن محصـول فرآوری شـده می‌توان به تغییر فرمولاسـیون جیره و کاهش فشار متابولیکی کمک نمود. هدف از انجام این پژوهش مطالعه اثر دماهای مختلف فرآوری ذرت در خوراک مش با و بدون مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسـم ذرت و اثر اسـتفاده از آن بر عملکرد جوجه‌های گوشـتی در دوره‌های آغازین و رشـد، مورفولوژی ژژنوم و جمعیت میکروبی ایلئوم در سن ۲۴ روزگی بود.

مواد و روش‌ها

تهیه ذرت، آنزیم و جوجه‌های مورد استفاده در آزمایش

ذرت اسـتفاده شـده در این طرح پژوهشـی از نوع وارداتی برزیلی بود. چهار تن ذرت یادشده در شرکت تولید خوراک دام و طیـــــور دردانه خرا سان ر ضوی واقع در شهرک صنعتی چناران با آ سیابی با قدرت ۱۰۰ اسـب بخار (۷۵ کیلو وات) و ۱۴۸۰ دور و با ۵۰ هرتز در دقیقه با ۶۴ چکش سـاخت شـرکت آسـیاب ایران و با توری سـه میلی‌متری آ سیاب گردید. قابلیت تغییر تعداد دوران با تغییر فرکانس از ۳۰۰ دور تا ۱۸۰۰ دور از ویژگی‌های این نوع آسـیاب اسـت. ذرت آسیاب شده به چهار قسمت مساوی تقسیم گردید؛ یک قسمت از ذرت بدون فرآوری حرارتی و سـه قسـمت دیگر پس با گذشـتن از سـوپرکاندیشـنر در معرض فرآوری حرارتی با بخار به تفکیک به‌مدت ۱۵۰ ثانیه در دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵°C قرار گرفتند. این کاندیشـنر از نسل جدید کاندیشنرها به شمار آمده و ساخت شرکت آسیاب ایران با

ظرفیت ۱۴۰۰ کیلوگرم و دارای دو شـافت[1] که هر شـافت دارای ۱۶ پدال با زاویه ۴۵ درجه اسـت و فشـار بخار دو بار از طریق سـه شـیر تدریجی تزریق بخار اعمال گردید. این دسـتگاه دو جداره با زاویه ۲۵ درجه از سطح افق تعبیه شده است و جداره داخلی آن به واسطه دارا بودن المنت‌های برقی توانایی آن را دارد که قبل از شـروع عملیات فرآوری حرارتی، متناسـب با گرمای مورد نیاز در ابتدای فرآوری، گرم شود. این ماشین دارای فیدر هوشمند است و حرکت مواد با توجه به زاویای ۴۵ درجه‌ای که پدال‌ها دارند از سـمت پایین به بالا صـورت می‌گیرد؛ اما به دلیل شـرایط ثقلی و وضـعیت پدال‌های آخر که به‌صـورت معکوس نصـب شـده‌اند، این مواد به سـمت پایین هدایت می‌شوند. کنترل میزان بار خارج شده از دستگاه را یک شیر چرخشی انجام می‌دهد. این دستگاه دارای هفت سنسور دمایی است که میزان حرارت جذب شـده توسـط مواد را در هفت نقطه نشـان می‌دهد. از ویژگی‌های این دستگاه، قدرت فرآوری به صورت قسمت به قسمت و فرآوری به صـورت پیوسـته بوده که عملیات فرآوری در این طرح قسمت به قسمت انتخاب گردید تا میزان بار ورودی و زمان ماندگاری در کاندیشـنر در ابتدا معین باشـد. ذرت مورد مطالعه در این آزمایش به‌مدت ۱۵۰ ثانیه به تفکیک در معرض دماهای (۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سـانتیگراد) قرار گرفت و به‌منظور کاهش رطوبت، عملیات خشـک کردن در خشک‌کن و سرد کردن در کولر انجام و سپس کیسه گیری و به منظور استفاده در طرح آزمایشی به مزرعه تحقیقاتی ارسال شد. مکمل آنزیمی روابیو[2] از نوع رقیق شده (ساخت شرکت ادیسئو فرانسه) به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک حاوی ۶۴۰۰ واحد سلولاز، ۲۰۰۰ واحد بتاگلوکاناز و ۲۲۰۰۰ واحد زایلاناز در هرگرم مکمل، مورد استفاده قرار گرفت. چهار نمونه ذرت اشاره شده هر یک به دو قسمت تقسیم و به یک قسمت از هر نمونه، مکمل آنزیمی افزوده شد و در نهایت ۸ نوع جیره ذرت–سـویا فراهم گردید. جوجه‌های یک روزه مورد نیاز در این طرح از سـویه راس ۳۰۸ و از ایسـتگاه جوجه‌کشـی ثامن واقع در شـهرسـتان چناران، شـرکت مرغ مادر دیزباد با میانگین وزن ابتدایی جوجه‌ها ۴۳ گرم فراهم شد. این طرح پژوهشی در قالب دو آزمایش در مرکز تحقیقات طیور دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

آزمایش اول:

به‌منظور تعیین انرژی قابل متابولیسـم ظاهری و قابلیت هضـم پروتئین خام در یک نمونه ذرت شاهد و سه نمونه ذرت فرآوری شده با و بدون مکمل آنزیمی، ۱۴۴ قطعه جوجه یک روزه از سـویه راس ۳۰۸ (دو قطعه جوجه نر و یک قطعه جوجه ماده در هر تکرار) به ۴۸ گروه سه قطعه‌ای (دو نر و یک ماده) تقسیم و در سن سه روزگی به‌طور تصـادفی به ۴۸ قفس متابولیکی منتقل شـدند. هشـت جیره آزمایشی که تنها منبع انرژی و پروتئین موجود در آنها ذرت بود تهیه (جدول ۱) و هر جیره به‌طور تصادفی به شش قفس اختصاص یافت. جیره‌های آزمایشی به منظور عادت پذیری از روز سه تا پنج‌روزگی در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت و در روز ششم پس از ۱۲ ساعت گرسنگی و تعبیه سینی‌های مخصوص جمع‌آوری فضولات در زیر قفس‌ها، به مدت چهار روز در اختیار جوجه‌ها قرار گرفتند. خوراک باقیمانده پس از ۹۶ ساعت تغذیه از جلوی قفس‌ها جمع‌آوری و به جوجه‌ها ۱۲ ساعت گرسنگی داده شد و فضولات آنها تا پایان گرسنگی دوم جمع‌آوری گردید. مقدار خوراک مصرفی جوجه‌های هر قفس در مدت چهار روز آزمایش با کسر خوراک باقیمانده از خوراک داده شده تعیین شد (۲۴). فضولات دفعی به مدت ۴۸ ساعت در جریان هوای ملایم اتاق قرار گرفت و سپس در آون با دمای ۶۰ °C به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. فضولات خشک شده دو ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شد تا با شرایط محیطی به تعادل برسند. پر و ضایعات احتمالی با بادبزن جدا شد و وزن کل فضولات دفع شده هر قفس مشخص گردید (۳۱ و ۳۲). کل فضولات مربوط به هر قفس آسیاب و همگن شدند؛ سپس میزان ماده خشک، پروتئین خام و انرژی خام در نمونه‌های خوراک و فضولات بر اساس روش‌های پیشنهادی انجمن شیمی‌دانان (۴) تعیین گردید. برای تعیین انرژی خام نمونه‌های جیره و فضـولات جمع‌آوری شـده، از بمب کالری‌متر (مدل PARR 1261) استفاده شد.

آزمایش دوم:

در این آزمایش تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه گوشـتی یک روزه مخلوط و بطور مساوی از دو جنس (تعیین جنسیت با استفاده از وضعیت پرها) تهیه و در قالب طرح کاملاً تصـادفی با چیدمان فاکتوریل (۴ × ۲) با شش تکرار و ۱۲ پرنده (شش قطعه نر و شش قطعه ماده) در ۴۸ پن پوشیده شده از بستر تراشه چوب و با ابعاد ۸۰ × ۱۲۰ ×۱۲۰ سانتی‌متر که مجهز به یک دانخوری سـینی و دو آبخوری نیپل بود قرار داده شـدند. جوجه‌ها از سـن یک تا ۱۰ و ۱۱ تا ۲۴ روزگی با جیره‌های (پیشدان و میاندان) آزمایشی بر پایه ذرت- کنجاله سویا تغذیه شدند. جوجه‌ها در کل آزمایش به خوراک و آب به صـورت آزاد دسـترسـی داشـتند (۵). دمای جایگاه پرورش در زمان ورود جوجه‌ها در دامنه ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و پس از روز سوم هر روز ۰/۵ °C تا رسیدن به دمای (۲۲– ۲۰) °C کاهش یافت. همچنین، در سه روز نخست ورود جوجه‌ها به سالن، برنامه نوری ۲۴ ساعت روشنایی و پس

1- Shaft
2- Rovabio®, Adisseo Company, France.

۱- هر واحد فعالیت آنزیمی معادل مقدار آنزیم مورد نیاز برای تولید یک میلی مول قند احیا در هر دقیقه در pH=4.8 و دمای ۵۰°C است.

از آن ۲۳ ساعت رو شنایی و یک ساعت خامو شــــی تا پایان دوره آزمایش اعمال شد. جیره‌های آزمایشی در برگیرنده هشت نوع فرمول خوراکی بودند که شامل دو جیره پایه بر ا ساس ذرت و کنجاله سویا به‌عنوان کنترل منفی و کنترل مثبت و سه نمونه ذرت فرآوری شده در دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه ســـانتی‌گراد با و بدون مکمل آنزیمی (جدول ۱) در ۴۸ قفس به‌طور تصــادفی توزیع شــدند. افزایش وزن و خوراک مصـــرفی روزانه جوجه‌ها به صـــورت گرم در روز به ازای هر جوجه برای تمام واحدهای آزمایشی در پایان هر دوره اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی محاسبه شده جیره‌های آزمایشی (٪)

Table 1- Composition and calculated analysis values (%) of the experimental diets

اجزای خوراک Ingredients	جیره برای تعیین بهره‌وری مواد مغذی (آزمایش ۱) Diet for determination of nutrient utilization (trial1)	آغازین (۱۰-۱روزگی) Starter (1-10 d)	رشد (۲۴-۱۱ روزگی) Grower (11-24 d)
ذرت Corn	96.23 [۱]	492.30 [۲]	525.20 [۲]
کنجاله سویا (٪ ۴۴ پروتئین خام) Soybean meal (44 % Crude protein)	-	416.90	379.00
روغن سویا Soybean oil	-	44.20	54.20
کربنات کلسیم Calcium carbonate	0.94	9.80	9.30
دی‌کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.87	20.10	17.40
مکمل معدنی و ویتامینه [۳] Trace mineral-vitamin premix [3]	0.50	5.00	5.00
لیزین هیدروکلرید L-Lysine HCl	-	1.90	1.20
دی‌ال – متیونین DL-Methionine	-	4.10	3.50
ال- ترئونین L-Threonine	-	1.00	0.60
کلرید سدیم Sodium chloride	0.27	2.90	2.90
بی‌کربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.12	1.20	1.20
کولین کلراید (٪۶۰) Choline chloride (60 %)	0.07	0.60	0.50
ترکیب محاسبه شده Calculated analysis			
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول/کیلوگرم) Metabolizable energy (Kcal/kg)	3223	3000	3100
پروتئین خام (٪) Crude protein (%)	8.18	23.00	21.50
کلسیم (٪) Calcium (%)	0.80	0.96	0.87
فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus (%)	0.39	0.48	0.43
متیونین (٪) Methionine (%)	0.17	0.75	0.68

ادامه جدول ۱

Continuation of Table 1

متیونین+ سیستین (٪) Methionine + cysteine (%)	0.31	1.08	0.99
لیزین (٪) Lysine (%)	0.23	1.44	1.29
ترئونین (٪) Threonine (%)	0.28	0.97	0.88
سدیم (٪) Sodium (%)	0.15	0.16	0.16
کلر (٪) Chloride (%)	0.21	0.25	0.24
تعادل آنیون- کاتیون (میلی اکی والان بر کیلوگرم) DCAB (mEq/Kg) [4]	84	251	236

[۱] ذرت فرآوری نشده و فرآوری شده در دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه با و بدون مکمل آنزیمی برای تهیه ۸ جیره استفاده شد تا اثر فرآوری حرارتی و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم مواد مغذی تعیین شود.

[۲] ذرت فرآوری نشده و فرآوری شده در دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه با و بدون آنزیم روابیو برای تهیه ۸ جیره آزمایشی در دوره‌های آغازین و رشد استفاده شد.

[۳] مکمل ویتامینه و مواد معدنی مواد زیر را در هر کیلوگرم از جیره تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۸۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K3، ۲/۲میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ پیردوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛اسید پنتوتنیک، ۸ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

[۴] تعادل آنیون- کاتیون جیره.

[1]Unprocessed and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s with or without Rovabio® enzyme supplement were used to prepare 8 diets to determine the effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on metabolizable energy and nutrient utilization.

[2] Unprocessed and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s with or without Rovabio® enzyme supplement were used to prepare 8 experimental diets in starter and grower periods.

[3] Supplied per kg of diet: vitamin A as acetate, 8800 IU; Cholecalciferol, 2500 IU; vitamin E (as dl-α tocopherol) 80 IU, vitamin K3, 2.2 mg; Vitamin B_{12}, 0.01 mg, Thiamine, 1.5 mg; Riboflavin, 4 mg; Niacin 35 mg, Folic acid 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; Pyridoxine 2.5 mg; Pantothenate, 8 mg; Choline chloride, 50 mg; Betaine 190 mg; Zinc, 65 mg; Magnesium, 75 mg; Selenium, 0.2 mg; Iodide, 0.9 mg; Copper, 6 mg; Iron, 75 mg.

[4] Dietary cation-anion balance.

به منظور افزایش دقت در اندازه‌گیری افزایش وزن بدن، دانخوری‌ها ۲ ساعت قبل از توزین از دسترس جوجه‌ها خارج می‌شد و برای جوجه‌های تلف شده نیز تصحیح انجام گرفت. مقدار خوراک مصرفی برای هر جوجه با استفاده از فرمول روز مرغ به دست آمد و ضریب تبدیل خوراک برای هر واحد آزمایشی از تقسیم مقدار خوراک مصرفی بر افزایش وزن بدن در کل دوره محاسبه شد. برای تعیین درصد تلفات هر قفس در کل دوره، تلفات هر قفس شمارش و درصد آن نسبت به کل جوجه‌های آن قفس محاسبه گردید. در پایان ۲۴ روزگی نیز یک قطعه پرنده نر از هر قفس که وزن آن به میانگین وزنی آن قفس نزدیک بود انتخاب، توزین و کشتار شد. پس از انجام عملیات پوست‌کنی، وزن لاشه، سینه، ران‌ها، مجموع پشت، بال و گردن و همچنین اندام‌های داخلی شامل قلب، طحال، پیش معده، سنگدان، کبد، لوزالمعده، بورس فابریسیوس، چربی محوطه شکمی، دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم توزین گردیدند. همچنین طول دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم نیز اندازه‌گیری شد. افزون بر این، جهت بررسی وضعیت میکروبی در روز کشتار، حدود ۳ گرم از محتویات ناحیه ایلئوم روده کوچک از هر قطعه جوجه کشتار شده به لوله‌های استریل حاوی ۹ میلی‌لیتر بافر فسفات منتقل و لوله‌ها داخل فلاسک حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ترکیبات تشکیل دهنده بافر شامل کلرید سدیم (NaCl) به مقدار ۸/۵ گرم در لیتر، فسفات هیدروژن سدیم (NaH_2PO_4) به مقدار ۰/۶۸ گرم در لیتر و سود (NaOH) به مقدار ۰/۱۵ گرم در لیتر بودند. برای این کار لاکتوباسیل در روگوسا آگار و در شرایط بی‌هوازی و سالمونلا در محیط کشت سلینت اف قرار داده شد؛ سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت داخل انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و آنگاه پرگنه‌های تشکیل شده مورد شمارش قرار گرفتند. جهت بررسی بافت‌شناسی ناحیه ژژنوم بافت روده کوچک جوجه‌های مورد آزمایش و تعیین ابعاد پرزهای این ناحیه از هر قطعه جوجه کشتار شده حدود یک تا دو سانتی‌متر از قسمت میانی ژژنوم جدا و پس از شستشو با محلول سرم فیزیولوژیک بافر خنثی (با pH حدود ۷/۲) جهت تثبیت، بافت‌ها به ظروف استریل در

دار که حاوی بافر فرمالین با همان اسیدیته و غلظت ۱۵ درصد بود، انتقال و تا زمان اندازه‌گیری بافت‌شناسی روده در یخچال نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری ابعاد پرز و عمق کریپت از روش آیجی و همکاران (۱۴) استفاده شد.

جدول ۲- اثر فرآوری حرارتی و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و ماده خشک جوجه‌های گوشتی در سن ۹-۳ روزگی

Table 2- Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on apparent metabolizable energy, apparent digestibility of crude protein and dry matter in broiler chicks on 3 - 9 d

تیمارها Treatments		انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری در کیلوگرم) Apparent metabolizable energy (Kcal×kg^{-1})	پروتئین خام(٪) Crude protein (%)	ماده خشک (٪) Dry matter (%)
اثرات اصلی Main effects				
دما[1] Temperature[1]				
فرآوری نشده Unprocessed		3052.80	56.80	79.30^{a}
55 °C		3057.70	55.00	77.20^{ab}
70 °C		3133.70	58.70	78.10^{a}
85 °C		3061.90	55.90	75.40^{b}
SEM		28.40	0.015	0.008
آنزیم[2] Enzyme[2]				
-		3093.80	57.80	77.70
+		3059.30	55.50	77.30
SEM		20.08	0.01	0.006
اثرات متقابل Interaction effects				
آنزیم × Enzyme ×	فرآوری Processing			
-	فرآوری نشده Unprocessed	3048.80	56.50	79.30
	55 °C	3073.60	56.60	77.50
	70 °C	3176.20	60.40	78.30
	85 °C	3076.40	57.60	75.80
+	فرآوری نشده Unprocessed	3056.70	57.10	79.20
	55 °C	3041.80	53.50	77.00
	70 °C	3091.10	57.10	77.90
	85 °C	3047.40	54.10	74.90
SEM		40.16	0.021	0.012
سطح احتمال Probabilities, P≤				
فرآوری Processing		0.15	0.38	0.03
آنزیم Enzyme		0.23	0.14	0.60
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme		0.71	0.76	0.98

[1]ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[2]آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک به جیره اضافه گردید.

[1]Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[2]Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg-1 diet.

جدول ۳– تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن بدن (گرم)، افزایش وزن (گرم/پرنده)، مصرف خوراک (گرم/پرنده) و ضریب تبدیل (گرم خوراک / گرم افزایش وزن) جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰-۱ روزگی[۱]

Table 3- Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on the body weight (g), weight gain (g/bird), feed intake (g/bird) and feed to gain ratio (g feed/g gain) of broiler (1–10 day)[1]

تیمارها Treatments		وزن بدن Body weight	افزایش وزن Weight gain	مصرف خوراک Feed intake	ضریب تبدیل Feed per unit gain
اثرات اصلی Main effects					
دما[۲] Temperature[2]					
فرآوری نشده Unprocessed		249.78	21.04	22.38	1.08[ab]
55 °C		249.77	21.01	22.29	1.05[b]
70 °C		246.72	20.76	22.12	1.07[b]
85 °C		245.48	20.58	21.11	1.11[a]
SEM		3.45	0.33	0.60	0.012
آنزیم[۳] Enzyme[3]					
-		244.56	20.52	21.59	1.09
+		251.32	21.18	22.33	1.07
SEM		2.44	0.23	0.42	0.008
اثرات متقابل Interaction effects					
آنزیم Enzyme ×	فرآوری Processing				
-	فرآوری نشده Unprocessed	255.83[a]	21.65[a]	21.95	1.07
	55 °C	246.75[ab]	20.74[ab]	22.53	1.06
	70 °C	238.19[b]	19.90[b]	21.30	1.10
	85 °C	237.45[b]	19.78[b]	20.61	1.14
+	فرآوری نشده Unprocessed	243.[72ab]	20.43[ab]	22.72	1.09
	55 °C	252.78[a]	21.28[a]	22.05	1.04
	70 °C	255.25[a]	21.61[a]	22.95	1.04
	85 °C	253.52[a]	21.38[a]	21.62	1.09
SEM		4.88	0.47	0.85	0.017
سطح احتمال Probabilities, P≤					
فرآوری Processing		0.754	0.746	0.449	0.006
آنزیم Enzyme		0.057	0.058	0.229	0.070
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme		0.016	0.013	0.656	0.131

[a,b] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < ۰/۰۵).

[۱] هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲] ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳] آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک اضافه گردید.

[a,b] Means within the column with different superscripts differ (P < 0.05).

[1] Each value represents the mean of six replicates (12 birds per replicate).

[2] Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[3] Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg-1 diet.

جدول ٤– تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن بدن (گرم)، افزایش وزن (گرم/پرنده)، مصرف خوراک (گرم/پرنده) و ضریب تبدیل (گرم خوراک / گرم افزایش وزن) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴–۱۱روزگی[۱]

Table 4– Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on the body weight (g), weight gain (g/bird), feed intake (g/bird) and feed to gain ratio (g feed/g gain) of broilers (11–24 day)[1]

تیمارها Treatments		وزن بدن Body weight	افزایش وزن Weight gain	مصرف خوراک Feed intake	ضریب تبدیل Feed per unit gain
اثرات اصلی Main effects					
دما[۲] Temperature[2]					
فرآوری نشده Unprocessed		952.43	50.21	72.23	1.55
55 °C		945.85	49.71	76.58	1.70
70 °C		954.37	50.52	75.74	1.67
85 °C		954.33	50.63	73.12	1.66
SEM		19.730	1.370	1.920	0.051
آنزیم[۳] Enzyme[3]					
-		943.77	49.95	73.10	1.64
+		959.72	50.59	75.74	1.64
SEM		13.95	0.970	1.350	0.036
اثرات متقابل Interaction effects					
آنزیم Enzyme ×	فرآوری Processing				
-	فرآوری نشده Unprocessed	943.56	49.12	70.64	1.566
	55 °C	973.48	51.91	77.13	1.696
	70 °C	933.47	49.66	72.77	1.618
	85 °C	924.57	49.08	71.84	1.688
+	فرآوری نشده Unprocessed	961.30	51.25	73.83	1.526
	55 °C	918.21	47.52	76.03	1.698
	70 °C	975.25	51.43	78.72	1.526
	85 °C	984.09	52.18	74.39	1.715
SEM		27.91	1.94	2.71	1.072
سطح احتمال Probabilities, P≤					
فرآوری Processing		0.988	0.965	0.335	0.220
آنزیم Enzyme		0.420	0.648	0.176	0.991
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme		0.196	0.222	0.639	0.715

[۱] هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲] ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳] آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک اضافه گردید.

[1] Each value represents the mean of six replicates (12 birds per replicate).

[2] Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[3] Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg-1 diet.

آنالیز آماری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS, 9.1، رویه مدل خطی عمومی (GLM) مورد تجزیه آماری قرار گرفتند (۲۵). داده‌ها برای اثرات اصلی ذرت مختلف مورد استفاده و مکمل آنزیمی و اثرات متقابل فرآوری ذرت × مکمل آنزیمی آنالیز شدند. کلیه میانگین‌های مربوط به اثرات اصلی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<0/05$) مقایسه گردیدند. مدل آماری طرح به شرح رابطه ۱ است.

$$Y_{ijk}=\mu +\alpha i+\beta j+\alpha\beta ij+\varepsilon_{ijk}$$ رابطه ۱)

در این رابطه: Y_{ijk}= مقدار هر مشاهده، μ = میانگین جامعه، α_i=اثر ذرت فرآوری شده، β_j = اثر مکمل آنزیمی (استفاده یا عدم استفاده از آنزیم)، $(\alpha\beta)_{ij}$ = اثر متقابل ذرت فرآوری شده × مکمل آنزیمی، ε_{ijk} = خطای آزمایش در هر مشاهده می‌باشند.

نتایج و بحث

تأثیر دماهای مختلف فرآوری ذرت و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، پروتئین خام و ماده خشک در جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ نشان داده شده است. فرآوری حرارتی و مکمل آنزیمی اثر معنی‌داری بر مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم پروتئین خام نداشت. فرآوری در دمای ۵۵ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک نداشت؛ اما فرآوری در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با تیمار شاهد آن را کاهش داد ($P< 0/05$). مکمل آنزیمی اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک نداشت. هیچ اثر متقابل معنی‌داری بین فرآوری ذرت و مکمل آنزیمی بر مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم پروتئین خام و ماده خشک ذرت مشاهده نشد.

تأثیر فرآوری ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن بدن (گرم)، افزایش وزن (گرم/پرنده)، مصرف خوراک (گرم/پرنده) و ضریب تبدیل خوراک (گرم مصرف خوراک/گرم افزایش وزن) جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰-۱ روزگی در جدول ۳ نشان داده شده است. تأثیر فرآوری حرارتی بر وزن بدن جوجه‌های گوشتی در سن یک تا ۱۰ روزگی و افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک معنی‌دار نبود. ضریب تبدیل غذایی پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ذرت فرآوری شده در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از جوجه‌های دریافت‌کننده جیره دارای ذرت‌های فرآوری شده در دمای ۵۵ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. با این وجود، تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد وجود نداشت.

اثرات متقابل فرآوری ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن بدن در سن ۱۰ روزگی جوجه‌ها و افزایش وزن روزانه آنها در دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی) معنی‌دار بود ($P < 0/05$). وزن بدن و افزایش وزن روزانه در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های بدون مکمل آنزیمی زمانی‌که دمای فرآوری افزایش یافت، کاهش نشان دادند ولی در جیره‌هایی که مکمل آنزیمی داشتند برعکس این حالت مشاهده شد. اثرات متقابل در ارتباط با مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی وجود نداشت. فرآوری ذرت، مکمل جیره با آنزیم و اثرات متقابل آنها تأثیری بر عملکرد رشد ۱۱ تا ۲۴ روزگی (جدول ۴) و دوره یک تا ۲۴ روزگی (جدول ۵) نداشتند. گنزالس-آلوارادو و همکاران (۱۲) در آزمایشی بر روی ذرت و برنج به‌صورت خام و مقایسه با ذرت و برنج به‌صورت پخته مشاهده نمودند که پختن خوراک می‌تواند باعث بهبود قابلیت هضم مواد مغذی گردد. جیمنز-مورنو و همکاران (۱۵) سطوح بالاتر انرژی قابل متابولیسم ظاهری را در جوجه‌های گوشتی که با ذرت فرآوری شده با بخار تغذیه شده بودند را نسبت به آنهایی که ذرت خام مصرف کردند را گزارش نمودند. همچنین، این محققان عنوان نمودند که فرآوری حرارتی ممکن است برخی از همی‌سلولزهای موجود در ذرت را محلول نموده و با آزادسازی قندها ممکن است قسمتی از آنها برای پرنده قابل دسترس شده و باعث افزایش انرژی قابل متابولیسم ظاهری ذرت گردد. در آزمایش دیگری، قابلیت هضم ایلئومی نشاسته تحت تأثیر دمای فرآوری در جیره‌های بر پایه ذرت قرار نگرفت؛ ولی با افزایش دمای فرآوری در جیره بر پایه گندم، قابلیت هضم ایلئومی کاهش یافت (۱). همچنین، سیهوس و هتلند (۲۹) بیان داشتند که تغذیه خوراک فرآوری شده (پلت) ممکن است باعث کاهش قابلیت هضم در برخی شرایط گردد. نتایج مطالعه گودرزی و همکاران (۱۳) با روش‌های مختلف فرآوری خوراک نشان داد که قابلیت هضم ایلئومی پروتئین و اسیدهای آمینه در روش فرآوری با زمان طولانی کاهش می‌یابد. کاهش ضرایب هضمی لیزین و آرژنین به‌علت واکنش میلارد و افزایش ویسکوزیته است و به علت تخریب بیشتر پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و تولید نشاسته‌های پس رفتی و ترکیبات مقاوم، انرژی قابل دسترس کاهش می‌یابد (۱). در مطالعه حاضر دلیل احتمالی تحت تأثیر قرار نگرفتن انرژی قابل متابولیسم ذرت و قابلیت هضم پروتئین آن به قابلیت هضم بالای این دو ماده مغذی در حالت بدون فرآوری ذرت مربوط می‌باشد که فرآوری و آنزیم نتوانسته تفاوت معنی‌داری در قابلیت هضم آنها ایجاد کند. البته در خصوص ماده خشک با توجه به حرارت اعمال شده در طول فرآوری ممکن است این تیمار حرارتی توانسته باشد بر قابلیت هضم ماده خشک موثر باشد. به‌طور کلی در مطالعه حاضر، آنزیم اثر معنی‌داری بر افزایش انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک نداشت. به نظر می‌رسد از آنجایی که در این آزمایش هیچ‌گونه ماتریکس برای آنزیم در نظر گرفته نشد، احتمالاً نتوانسته اثرات مثبت خود را نشان دهد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش پیشنهاد می‌کند که احتمالاً زمان فرآوری در این مطالعه به منظور تغییر در ساختار ذرت مناسب نبوده تا منجر به افزایش قابلیت هضم جیره شود. اثر متقابل فرآوری ذرت به همراه مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک ذرت معنی‌دار نبود. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می شود اثر مکمل آنزیمی بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در دوره یک تا ۱۰ روزگی معنی‌دار نبود.

لوآر و همکاران (۱۷) دریافتند با افزایش دمای فرآوری خوراک از $74^{o}C$ به $96^{o}C$ در تغذیه جوجه‌های گوشتی در دوره ۲۸ تا ۴۲ روزگی، ضریب تبدیل غذایی از ۱/۹۶ به ۲/۰۴ افزایش پیدا کرد. در مطالعه لوآر و همکاران (۱۷) هیچکدام از سطوح مختلف دماهای فرآوری تأثیر معنی‌داری بر بهبود ضریب تبدیل غذایی نداشتند؛ که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. گنجاندن اجزای خوراکی با قابلیت هضم بالا ممکن است خوراک مصرفی و قابلیت هضم مواد مغذی و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را در روزهای

اول زندگی افزایش دهد (۲۱).

جدول ۵- تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن بدن (گرم)، افزایش وزن (گرم/پرنده)، مصرف خوراک (گرم/پرنده) و ضریب تبدیل (گرم خوراک / گرم افزایش وزن) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴-۱ روزگی[۱]

Table 5-Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on the body weight (g), weight gain (g/bird), feed intake (g/bird) and feed to gain ratio (g feed/g gain) of broilers (1–24 day)[1]

تیمارها Treatments		وزن بدن Body weight	افزایش وزن Weight gain	مصرف خوراک Feed intake	ضریب تبدیل Feed per unit gain
اثرات اصلی Main effects					
دما[۲] Temperature[2]					
فرآوری نشده Unprocessed			38.04	51.42	1.45
55 °C			37.75	53.74	1.56
70 °C			38.13	52.98	1.49
85 °C			38.11	51.16	1.52
SEM			0.82	1.22	0.04
آنزیم[۳] Enzyme[3]					
-			37.68	51.54	1.49
+			38.34	53.11	1.52
SEM			0.58	0.86	0.03
اثرات متقابل Interaction effects					
آنزیم Enzyme ×	فرآوری Processing				
-	فرآوری نشده Unprocessed		37.67	50.24	1.43
	55 °C		38.92	54.39	1.53
	70 °C		37.26	51.26	1.46
	85 °C		36.87	50.29	1.54
+	فرآوری نشده Unprocessed		38.41	52.60	1.47
	55 °C		36.59	53.10	1.59
	70 °C		39.00	54.71	1.53
	85 °C		39.35	52.04	1.49
SEM			1.16	1.73	0.06
سطح احتمال Probabilities, P≤					
فرآوری Processing			0.98	0.39	0.36
آنزیم Enzyme			0.42	0.20	0.53
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme			0.19	0.56	0.73

[۱]هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲]ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳]آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک اضافه گردید.

[1]Each value represents the mean of six replicates (12 birds per replicate).

[2]Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[3]Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg-1 diet.

جدول ٦– تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر خصوصیات لاشه (٪ وزن بدن) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی[۱]

Table 6–Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on carcass characteristics of broiler chickens at 24 day of age[1]

تیمارها Treatments		لاشه قابل‌مصرف Edible carcass	ران‌ها Thighs	سینه Breast	پشت و گردن Neck+back	کبد Liver	پانکراس Pancreas	قلب Heart	طحال spleen	بورس فابریسیوس Bursa of Fabricius	چربی محوطه شکمی Abdominal fat pad
Main effects اثرات اصلی											
Temperature[2] دما											
Unprocessed فرآوری نشده		60.78	18.00	23.64	19.13	2.53	0.37	0.57	0.10	0.20	0.64
55 °C		60.06	17.84	23.46	18.76	2.59	0.35	0.59	0.12	0.17	0.54
70 °C		60.88	18.39	23.32	19.16	2.45	0.35	0.54	0.12	0.18	0.74
85 °C		60.38	17.76	23.89	18.73	2.67	0.36	0.58	0.12	0.19	0.54
SEM		0.62	0.25	0.48	0.18	0.09	0.016	0.026	0.008	0.015	0.058
Enzyme[3] آنزیم											
-		60.25	17.84	23.83	18.57[b]	2.52	0.38[a]	0.59	0.12	0.18	0.60
+		60.80	18.15	23.33	19.32[a]	2.60	0.34[b]	0.55	0.11	0.19	0.63
SEM		0.44	0.18	0.34	0.13	0.06	0.011	0.018	0.005	0.010	0.041
Interaction effects اثرات متقابل											
آنزیم × Enzyme ×	فرآوری Processing										
-	فرآوری نشده Unprocessed	59.94	17.63	23.60	18.69	2.40	0.40	0.63	0.12[abc]	0.197	0.54
	55 °C	60.17	18.01	23.72	18.43	2.58	0.38	0.61	0.14[a]	0.130	0.52
	70 °C	61.20	18.33	24.12	18.75	2.47	0.36	0.55	0.11[abc]	0.199	0.73
	85 °C	59.70	17.39	23.88	18.42	2.62	0.36	0.58	0.11[abc]	0.200	0.59
+	فرآوری نشده Unprocessed	61.63	18.36	23.68	19.58	2.65	0.35	0.52	0.09[c]	0.207	0.73
	55 °C	59.95	17.66	23.20	19.08	2.60	0.32	0.56	0.10[bc]	0.217	0.55
	70 °C	60.56	18.46	22.53	19.56	2.42	0.35	0.54	0.12[abc]	0.177	0.74
	85 °C	61.07	18.12	23.90	19.04	2.71	0.35	0.57	0.13[ab]	0.179	0.48
SEM		0.88	0.36	0.69	0.26	0.13	0.02	0.037	0.011	0.021	0.083
Probabilities, P≤ سطح احتمال											
Processing فرآوری		0.780	0.32	0.85	0.24	0.39	0.73	0.630	0.440	0.638	0.072
Enzyme آنزیم		0.390	0.24	0.31	0.0007	0.41	0.03	0.084	0.288	0.394	0.608
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme		0.485	0.40	0.60	0.95	0.72	0.67	0.494	0.046	0.065	0.368

[abc] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < ۰/۰۵$).

[۱] هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲] ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳] آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک اضافه گردید.

[abc] Means within the column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

[1] Each value represents the mean of six replicates.

[2] Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[3] Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg^{-1} diet.

ماســوکوئیتو و همکاران (۱۸) دریافتند که فرآوری خوراک در زمان های ۸۰ و ۱۲۰ ثانیه باعث بهبود در قابلیت هضـــم پروتئین می شود. این تأثیر با شکستن پل‌های دی سولفیدی و دناتوره شـدن پروتئین‌ها باعث دسـترسـی راحت‌تر پروتئازها می‌گردد. نتایج به‌دست آمده از آزمایش قبادی و کریمی (۱۱) نشان می‌دهد مصرف مکمل آنزیمی در دوره صفر تا ۲۰ روزگی تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن

و افزایش وزن روزانه دارد؛ که با نتایج حاصل از این تحقیق تا حدودی مطابقت دارد. به‌طوریکه ا ستفاده از مکمل آنزیمی سبب افزایش وزن بدن، افزایش وزن روزانه و افزایش خوراک مصرفی شد. اثرات سودمند مکمل زایلاناز و آمیلاز بر ویسکوزیته روده و قابلیت دسترسی مواد مغذی در جیره‌های بر پایه ذرت پخته یا فلیک شده در $145^{\circ C}$ و به مدت ۱۰ دقیقه نسبت به حالت فرآوری نشده بیشتر مشخص شد (۲ و ۳۰). نتایج پژوهشی کویسون و همکاران (۹) نشان می‌دهد که مصرف مکمل آنزیمی در سن یک تا ۲۱ روزگی جوجه‌های گوشتی بر مصرف خوراک تأثیر معنی‌داری نداشته ولی بر افزایش وزن روزانه تأثیر معنی‌داری داشته است که با تحقیق حاضر مطابقت دارد. احتمالاً با توجه به پیشرفت‌هایی که از لحاظ ژنتیکی در جوجه‌های گوشتی صورت گرفته است باعث شده است تا این پرندگان توانایی بیشتری در استفاده و بهره‌وری بالاتر از ذرت داشته باشند و این در حالی است که در پژوهش حاضر احتیاجات جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ با توجه به جداول سویه راس (۵) به صورت کامل فراهم شده‌اند و مکمل آنزیمی به صورت سرک استفاده شده است. بنابراین احتمال آن وجود دارد که فرآوری در این دماها نتوانسته است تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف ایجاد نماید. محققان بیان کردند که عملکرد جوجه‌های گوشتی توسط پختن یا فلیک کردن ذرت یا افزودن آنزیم، فقط در سن یک تا ۴ روزگی تحت تأثیر قرار گرفت که در این دوران افزایش وزن و بازدهی خوراک با افزودن آنزیم بهبود یافت (۱). فرآوری کمتر از $85^{\circ C}$ برای عملکرد جوجه‌های گوشتی مناسب بوده و دمای فرآوری در $95^{\circ C}$ منتج به افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل ضعیف‌تر می‌شود (۱). در مطالعه‌ای که توسط عبدالهی و همکاران (۱) انجام گردید خوراک مصرفی به ازای اضافه وزن بدن در پرندگان تغذیه شده با ذرت با افزایش دمای فرآوری، افزایش یافت. در جیره‌های ذرت قابلیت هضم نشاسته در ایلئوم تحت تأثیر قرار نگرفت قابلیت هضم ایلئومی نیتروژن جیره بر پایه ذرت که در $75^{\circ C}$ فرآوری شده بود، کمتر از آنهایی بود که در ۶۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد فرآوری شده بودند درحالی‌که افزایش دمای فرآوری اثرات مختلفی بر افزایش وزن و مصرف خوراک در پرندگانی که از ذرت یا گندم استفاده می‌کنند، دارد و به‌طور منفی بر خوراک مصرفی به ازای افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی تا سن ۲۱ روزگی اثر می‌گذارد. در پژوهش عبدالهی و همکاران (۱) قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک، پروتئین خام یا نشاسته جیره‌های پلت شده تحت تأثیر زمان‌های فرآوری قرار نگرفت همچنین این پژوهشگران تأثیری از دمای فرآوری بر AME نیافتند. در پژوهش حاضر احتمالاً با توجه به اینکه مکمل آنزیمی دارای آنزیم‌های کربوهیدراز، پکتیناز و پروتئاز است توانسته است فشار تحمیل شده بر لوزالمعده را برداشته و این غده ترشحی ترشح مازاد بر نیاز نداشته و احتمالاً باعث وزن نسبی کمتر آن شده باشد (جدول ۶).

تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن نسبی قسمت‌های مختلف روده کوچک در جدول ۷ نشان داده شده است، همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می شود، کاهش وزن نسبی ایلئوم در این مطالعه احتمالاً به تأثیر مثبت آنزیم بر قابلیت هضم مواد مغذی بوده که احتمالاً باعث کاهش عددی وزن نسبی ایلئوم شده است. قبادی و کریمی (۱۱) نیز نشان دادند که مکمل آنزیمی تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان، طول بخش‌های مختلف روده کوچک و چربی محوطه شکمی ندارد.

فرآوری ذرت، مکمل جیره با آنزیم و اثرات متقابل آنها تأثیری بر ویژگی‌های لاشه و مورفولوژی روده در سن ۲۴ روزگی (جداول ۶ و ۷) جوجه‌های گوشتی نداشتند به‌استثناء اینکه افزودن آنزیم به‌طور معنی‌داری وزن نسبی لوزالمعده را کاهش داد ($P < 0/05$).

تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر هیستومورفولوژی جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی در جدول ۸ نشان داده شده است. فرآوری ذرت در دماهای مختلف اثر معنی‌داری بر ارتفاع پرز نداشت؛ اما مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری آن‌ها افزایش داد ($P< 0/05$). اثر متقابل فرآوری ذرت و مکمل آنزیمی بر ارتفاع پرز معنی‌دار بود ($P< 0/05$). ارتفاع پرزهای ژژنومی پرندگان تغذیه شده با جیره‌های فاقد مکمل آنزیمی زمانی که دمای فرآوری افزایش یافت، کاهش نشان دادند و برعکس این حالت در جیره‌هایی که با آنزیم مکمل‌سازی شده بودند، مشاهده شد. تیمار حرارتی ذرت مورد استفاده در جیره، پهنای پرز، عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد ($P< 0/05$). پهنای پرز پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ذرت فرآوری شده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. عمق کریپت در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. با این وجود، این پارامتر در پرندگان تغذیه شده با ذرت فرآوری شده در دمای ۷۰ درجه تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد نداشت. نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت در پرندگان تغذیه شده با ذرت فرآوری شده در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمار شاهد بود؛ اما دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان ندادند. فاکتور اصلی مکمل آنزیمی به‌طور معنی‌داری ارتفاع پرز و پهنای پرز را تحت تأثیر قرار داد. ارتفاع پرز و عمق کریپت با افزوده شدن آنزیم به جیره‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند ($P< 0/05$). عمق کریپت و نسبت ارتفاع پرز به عمق کریپت پاسخی به مکمل‌سازی آنزیمی ندادند. اثر متقابل تیمار حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی در خوراک بر ارتفاع پرز در سن ۲۴ روزگی معنی‌دار شد ($P< 0/05$).

جدول ۷- تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر وزن نسبی قسمت‌های مختلف روده کوچک (٪ وزن زنده) و مقایسه طول آنها (برحسب سانتی‌متر) در جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴روزگی[۱]

Table 7-Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on gut morphology of broiler chickens at 24 day of age[1]

تیمارها Treatments		درصد از وزن زنده % of live weight					روده کوچک (سانتی‌متر) Small intestine (cm)	دئودنوم (سانتی‌متر) Duodenum (cm)	ژژنوم (سانتی‌متر) Jejunum (cm)	ایلئوم (سانتی‌متر) Ileum (cm)
		پیش معده Proventriculus	سنگدان Gizzard	دئودنوم duodenum	ژژنوم Jejunum	ایلئوم Ileum				
اثرات اصلی Main effects										
دما[۲] Temperature[2]										
فرآوری نشده Unprocessed		0.62	2.01	1.05	1.70	1.25	190.81	31.50	76.68	82.62
55 °C		0.61	2.14	1.01	1.83	1.29	195.06	33.81	80.12	81.12
70 °C		0.60	2.13	1.00	1.82	1.26	188.06	35.93	75.37	76.75
85 °C		0.59	2.27	1.04	1.73	1.28	183.62	31.75	73.68	78.18
SEM		0.044	0.076	0.045	0.074	0.049	5.77	2.92	2.15	2.39
آنزیم[۳] Enzyme[3]										
-		0.61	2.16	1.02	1.80	1.32	189.43	32.00	77.56	79.87
+		0.61	2.12	1.03	1.73	1.22	189.34	34.5	75.37	79.46
SEM		0.031	0.054	0.032	0.052	0.034	4.08	2.07	1.52	1.69
اثرات متقابل Interaction effects										
× آنزیم Enzyme ×	فرآوری Processing									
-	فرآوری نشده Unprocessed	0.69	2.14	1.00	1.70	1.30	192.37	31.62	77.00	83.75
	55 °C	0.56	2.21	1.06	1.97	1.36	203.50	35.87	84.50	83.12
	70 °C	0.61	2.00	0.94	1.79	1.28	180.12	29.00	74.75	76.37
	85 °C	0.56	2.27	1.08	1.75	1.32	181.75	31.50	74.00	76.25
+	فرآوری نشده Unprocessed	0.55	1.87	1.10	1.70	1.20	189.25	31.37	76.37	81.50
	55 °C	0.67	2.07	0.97	1.69	1.22	186.62	31.75	75.75	79.12
	70 °C	0.59	2.26	1.06	1.85	1.24	196.00	42.87	76.00	77.12
	85 °C	0.62	2.27	1.00	1.70	1.23	185.50	32.00	73.37	80.12
SEM		0.063	0.10	0.065	0.104	0.069	8.16	4.14	3.05	3.38
سطح احتمال Probabilities, P≤										
فرآوری Processing		0.96	0.14	0.830	0.516	0.939	0.566	0.686	0.214	0.311
آنزیم Enzyme		0.98	0.62	0.801	0.373	0.070	0.987	0.401	0.320	0.866
فرآوری× آنزیم Processing × Enzyme		0.24	0.10	0.249	0.411	0.911	0.266	0.174	0.379	0.669

[۱]هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲]ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳]آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک اضافه گردید.

[1]Each value represents the mean of six replicates.
[2]Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.
[3]Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg^{-1} diet.

جدول ۸- تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر هیستومورفولوژی ژژنوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی[۱]

Table 8-Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on jejunum histomorphology of broiler chickens at 24 day of age[1]

تیمارها Treatments		ارتفاع پرز (میکرومتر) Villi height (µm)	پهنای پرز (میکرومتر) Villi width (µm)	عمق کریپت (میکرومتر) Crypt depth (µm)	ارتفاع پرز به عمق کریپت Villi width to Crypt depth
اثرات اصلی Main effects					
دما[۲] Temperature[2]					
فرآوری نشده Unprocessed		733.50	155.75^{b}	155.25^{c}	4.78^{a}
55 °C		737.00	176.25^{b}	174.50^{b}	4.30^{ab}
70 °C		745.50	200.25^{a}	166.75^{bc}	4.51^{ab}
85 °C		767.16	161.50^{b}	194.58^{a}	3.94^{b}
SEM		15.81	7.78	6.49	0.20
آنزیم[۲] Enzyme[3]					
-		728.62^{b}	164.25^{b}	174.12	4.25
+		762.95^{a}	182.62^{a}	171.41	4.51
SEM		11.18	5.50	4.59	0.141
اثرات متقابل Interaction effects					
× آنزیم Enzyme ×	فرآوری Processing				
-	فرآوری نشده Unprocessed	192.37	31.62	77.00	83.75
	55 °C	203.50	35.87	84.50	83.12
	70 °C	180.12	29.00	74.75	76.37
	85 °C	181.75	31.50	74.00	76.25
+	فرآوری نشده Unprocessed	189.25	31.37	76.37	81.50
	55 °C	186.62	31.75	75.75	79.12
	70 °C	196.00	42.87	76.00	77.12
	85 °C	185.50	32.00	73.37	80.12
SEM		8.16	4.14	3.048	3.38
سطح احتمال Probabilities, P≤					
فرآوری Processing		0.566	0.686	0.214	0.311
آنزیم Enzyme		0.987	0.401	0.320	0.866
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme		0.266	0.174	0.379	0.669

[a,b,c] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < ۰/۰۵).

[۱] هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲] ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳] آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلو در تن خوراک اضافه گردید.

[a,b,c] Means within the column with different superscripts differ (P < 0.05).

[1] Each value represents the mean of six replicates.

[2] Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[3] Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg^{-1} diet.

جدول ۹- تأثیر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر شمار باکتریایی محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی[۱]

Table 9-Effect of corn thermal processing and enzyme supplementation on microbial count (Log_{10}CFU/g) of ileum contents in broiler chickens at 24 day of age[1]

تیمارها Treatments		لاکتوباسیل‌ها Lactobacillus	بیفیدوباکترها Bifidobacterium	کلوستریدیوم Clostridium	ای-کولای Escherichia Coli	سالمونلا Salmonella
اثرات اصلی Main effects						
دما[۲] Temperature[2]						
فرآوری نشده Unprocessed		4.73	6.44[b]	5.19	1.57	یافت نشدND
55 °C		4.69	6.93[ab]	5.23	1.52	یافت نشد ND
70 °C		4.73	7.07[a]	5.59	1.76	یافت نشد ND
85 °C		4.58	6.40[b]	5.21	1.52	یافت نشد ND
SEM		0.282	0.192	0.249	0.103	-
آنزیم[۳] Enzyme[3]						
-		6.48[b]	5.20	1.69	4.71	یافت نشد ND
+		6.93[a]	5.41	1.50	4.66	یافت نشد ND
SEM		0.135	0.176	0.072	0.199	
			اثرات متقابل Interaction effects			
× آنزیم Enzyme ×	فرآوری Processing					
-	فرآوری نشده Unprocessed	6.19	4.97	1.55	4.61	یافت نشد ND
	55 °C	6.54	4.93	1.60	4.58	یافت نشد ND
	70 °C	7.12	5.78	1.92	5.05	یافت نشد ND
	85 °C	6.09	5.12	1.70	4.59	یافت نشد ND
+	فرآوری نشده Unprocessed	6.69	5.40	1.60	4.85	یافت نشد ND
	55 °C	7.32	5.54	1.45	4.80	یافت نشد ND
	70 °C	7.01	5.39	1.60	4.41	یافت نشد ND
	85 °C	6.71	5.30	1.35	4.58	یافت نشد ND
SEM		0.271	0.352	0.145	0.399	
		سطح احتمال Probabilities, P≤				
فرآوری Processing		0.044	0.639	0.330	0.979	
آنزیم Enzyme		0.027	0.420	0.072	0.867	
فرآوری × آنزیم Processing × Enzyme		0.401	0.527	0.501	0.666	

[a,b] در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P < ۰/۰۵).

[۱] هر کدام از مقادیر یاد شده میانگین ۶ تکرار است (۱۲ پرنده در هر تکرار).

[۲] ذرت فرآوری نشده و ذرت فرآوری شده در دمای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵۰ ثانیه.

[۳] آنزیم روابیو از شرکت ادیسئو (فرانسه) تهیه شد و به میزان نیم کیلوگرم در تن خوراک اضافه گردید.

[a,b,c] Means within the column with different superscripts differ (P < 0.05).

[1] Each value represents the mean of six replicates.

[2] Unprocessed corn and processed corn at temperatures 55, 70 and 85 °C for 150 s.

[3] Rovabio® enzyme was provided from Adisseo company (France) and supplemented at the rate of 0.50 g×kg^{-1} [c] diet.

همچنین افزایش ارتفاع پرزهای ژژنوم پرندگان تغذیه شـــده با جیره‌های مکمل شده توسط آنزیم با افزایش دمای فرآوری نسبت به زمانی‌که پرندگان از جیره‌های فاقد آنزیم تغذیه شدند، بیشتر مشهود بود. به عبارت دیگر، آنزیم در خوراک‌های فرآوری شـــده در دماهای بالاتر به نحو مؤثرتری عمل کرد. اثرات متقابل آنزیم و فرآوری حرارتی در رابطه با پهنا و عمق کریپت و نســبت بین ارتفاع پرز به عمق کریپت معنی‌دار نبودند. به نظر می‌رســد بهبود معنی‌دار در مشـخصـات ظاهری پهنای پرز، عمق کریپت و نسـبت ارتفاع پرز به عمق کریپت احتمالاً تحت تأثیر اثرات مثبت فرآوری حرارتی ذرت قرار گرفته و این اثرات مثبت در جذب مواد مغذی موثر بوده‌اند. در مطالعه حاضر با توجه به اینکه مکمل آنزیمی به قابلیت دسترسی مواد مغذی کمک می‌کند، احتمال آن وجود دارد تا این مکمل آنزیمی به رشد بیشتر پرزهای روده کوچک کمک نموده است و با توجه به نتایج آزمایش حاضـر، ممکن اسـت فرآوری حرارتی به‌همراه آنزیم توانسـته قابلیت هضم ذرت را افزایش و باعث رشد پرزها شده است همچنین اثرات مضـر فاکتورهای ضـدتغذیه‌ای در ذرت را از بین برده و با کنار زدن لایه‌های مختلف دیواره ســلولی توســط آنزیم و همچنین تأثیر مثبت حرارت بر این لایه‌های سـلولی، آنزیم‌های اندوژنوس به شـکل کارآمدتر و بهتری توانسته‌اند به وظایف ذاتی خود عمل نمایند.

اثر فرآوری حرارتی ذرت و مکمل آنزیمی بر شـمارش باکتریایی ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی در جدول ۹ نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود بیفیدوباکترها، ای‌کولای و جمعیت کلوســتریدیومی در محتویات ایلئومی تحت تأثیر فرآوری، مکمل آنزیمی و اثرات متقابل آنها قرار نگرفته است. سالمونلا در نمونه‌ها یافت نشــد. با این وجود فرآوری ذرت و افزودن آنزیم به جیره جوجه‌های گوشــتی به‌طور معنی‌داری جمعیت لاکتوباســیل‌ها را تحت تأثیر قرار داد ($P< ۰/۰۵$). جمعیت لاکتوباسـیل‌ها توسـط دمای فرآوری ذرت در ۷۰ درجه ســانتی‌گراد نســبت به گروه شــاهد افزایش نشان داد. احتمالاً خوراک اکسپند شده، اندازه ساختار میکروسکوپی ذرات را کاهش داده که به‌دنبال آن دانسیته خوراک کاهش و حلالیت فیبر افزایش می‌یابد که ممکن است قابلیت دسترسی کربوهیدرات‌های قابل تخمیر را به‌منظور اسـتفاده لاکتوباسـیل‌ها بهبود دهد (۱۳). این موضوع با پژوهش حاضر مطابقت دارد. در مطالعه گودرزی و همکاران (۱۳) افزایش دمای فرآوری منجر به افزایش تعداد لاکتوباســیل‌ها در چینه‌دان و ایلئوم شــد در حالی‌که به نظر می‌رســد کلســتریدیوم و انتروباکترها تحت تأثیر قرار نگرفتند.

نتیجه‌گیری کلی

فرآوری ذرت در دمای ۷۰ درجه ســانتیگراد و اســتفاده از آن در جیره آردی جوجه‌های گوشتی قابلیت هضم ماده خشک ذرت را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشـید؛ اما اثر معنی‌داری بر قابلیت هضـم پروتئین خام و مقدار انرژی قابل متابولیسم ذرت نداشت. فرآوری ذرت ضریب تبدیل خوراک در سن ۱۰-۱ را روزگی به‌طور معنی‌داری بهبود داد؛ اما اثری بر افزایش وزن و خوراک مصرفی جوجه‌ها در این دوره نداشت. صفات عملکرد رشد در دوره رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و کل دوره آزمایش (۲۴-۱ روزگی) تحت تأثیر تیمارها و اثرات متقابل آنها قرار نگرفت. افزودن آنزیم کربوهیدراز به جیره باعث کاهش معنی‌دار وزن نســبی لوزالمعده گردید. فرآوری ذرت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و استفاده از آن در جیره، شاخص‌های بافت شناسی بخش ژژنوم روده کوچک را بهبود داد. جمعیت لاکتوباســیل‌ها در محتویات ایلئوم تحت تأثیر فرآوری و مکمل آنزیمی افزایش معنی‌داری نشــان داد اما جمعیت بیفیدوباکترها، اشـریشــیا کولای و کلســتریدیوم تحت تأثیر فرآوری، افزودن آنزیم و اثر متقابل آنها قرار نگرفت.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از حمایت مالی شرکت آرونا (نماینده شرکت ادیسئو در ایران)، مســاعدت فنی شـرکت آسـیاب و همراهی مدیریت و پرسـنل شرکت خوراک دام و طیور دردانه خراسان رضوی که امکان فرآوری ذرت را فراهم نمودند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Abdollahi, M. R., V. Ravindran, T. J. Wester, G. Ravindran, and D. V. Thomas. 2010. Influence of conditioning temperature on performance, nutrient utilization and digestive tract development of broilers fed on maize- and wheat –based diets. British Poultry Science, 51: 648-657.
2. Amerah, A. M., C. Gilbert, P. H. Simmins, and V. Ravindran. 2010. Influence of feed processing on the efficacy of exogenous enzymes in broiler diets. World's Poultry Science Journal, 67: 29- 46.
3. Amuzmehr, A., B. Dastar, M. Shamse-Shargh, and S. Zrehdaran. 2010. Effect of different levels of raw and processing rice bran on performance of broiler chicks. Animal Sciences, 1: 33-27. (In Persian)
4. AOAC International. 2006. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. AOAC Int., Gaithersburg, MD.
5. Aviagen. 2014. Nutrition Specifications Manual: Ross 308. Aviagen Ltd., Scotland, UK.

6. Boorman N., and J. McNab. 2002. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value (Poultry Science Symposium) First Edition. CABI publishing Co., London, UK.
7. Choct, M. 1999. Soluble non-starch polysaccharides affect net utilization of energy by chickens. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, 12: 31-35.
8. Cowieson, A. J. 2005. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. Animal Feed Science and Technology, 119: 293-305.
9. Cowieson, A. J., M. Hruby, and M. F. Isaksen. 2005. The effect of conditioning temperature and exogenous xylanase addition on the viscosity of wheat-based diets and the performance of broiler chickens. British Poultry Science, 46: 717-724.
10. Fathi, M. H. 2010. Animal feeds Evaluation. Ayizh publishing Co., Tehran, Iran.
11. Ghobadi, Z., and A. Karimi. 2012. Effect of feed processing and enzyme supplementation of wheat-based diets on performance of broiler chicks. Journal of Applied Animal Research, 40: 260-266.
12. Gonza´lez-Alvarado, J. M., E. Jime´nez-Moreno, R. La´zaro, and G. G. Mateos. 2007. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poultry Science, 86: 1705–1715.
13. Goodarzi Boroojeni, F., W. Vahjen, A. Mader, F. Knorr, I. Ruhnke, I. Rohe,A. Hafeez, C. Villodre, K. Manner, and J. Zentek. 2014. The effect of different thermal treatments and organic acid levels in feed on microbial composition and activity in gastrointestinal tract of broilers. Poultry Science, 93: 1440-1452.
14. Iji, P. A., R. J. Hughes, M. Choct, and D. R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 14: 54-60.
15. Jime´nez-Moreno, E., J. M. Gonza´lez-Alvarado, R. La´zaro, and G. G. Mateos. 2009. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. Poultry Science, 88: 1925–1933.
16. Leeson, S., and J. D. Summers. 2001. Scott's nutrition of the chicken. 4th edition. Nottingham University Press, London, UK.
17. Loar, R. E., K. G. S. Wamsley, A. Evans, J. S. Moritz, and A. Corzo, 2014. Effects of varying conditioning temperature and mixer-added fat on feed manufacture efficiency, 28-to-42-day broiler performance, early skeletal effect, and true amino acid digestibility. Journal of Applied Poultry Research, 23: 444-455.
18. Massuquetto, A., J. F. Durao, V. G. Schramm, M. V. T. Netto, E. L. Krabbe, and A. Maiorka. 2017. Influence of feed form and conditioning time on pellet quality, performance and ileal nutrient digestibility in broilers. Journal of Applied Poultry Research, 27: 51-58.
19. Mathison, G. W. 1996. Effects of processing on the utilization of grain by cattle. Animal Feed Science and Technology, 58: 113-125.
20. Medel, P., M. A., Latorre, C. De Blas, R. Lazaro, and G. G. Mateos. 2004. Heat processing of cereals in mash or pellet diets for young pigs. Animal Feed Science and Technology, 113: 127-140.
21. Omede, A. A., and P. A. Iji. 2018. Response of broiler chickens to processed soy protein product when offered at different inclusion levels in mash or crumbled prestarter diets. Journal of Applied Poultry Research, 27: 159-171.
22. Pickford, J. R. 1992. Effect of processing on the stability of heat labile nutrients in animal feeds. Pages 177–192 in Recent Advances in Animal Nutrition. Cole D. J., Haresing W. Ed. Butterworth-Heinemann Ltd. UK.
23. Pirgozliev, V. R., C. L. Birch, S. P. Rose, P. S. Kettlewell, and M. R. Bedford. 2003. Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. British Poultry Science, 44: 464–475.
24. Ravindran, V., Z. V. Tilman, P. C. H. Morel, G. Ravindran, and G. D. Coles. 2007. Influence of β-glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 134: 45-55.
25. SAS Institute Inc. 2004. User's guide, version 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.
26. Seena, S., K. R. Sridhar, A. B. Arunb, and C. C. Young. 2006. Effect of roasting and pressure-cooking on nutritional and protein quality of seeds of mangrove legume Canavalia Cathartica from southwest coast of India. Journal of Food Comparative Analysis, 19: 284-293.
27. Silversides, F. G., and M. R. Bedford. 1999. Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. Poultry Science, 78: 1184 -1190.
28. Skoch, E. R., K. C. Behnke, C. W. Deyoe, and S. F. Binder. 1981. The effect of steam- conditioning rate on the pelleting process. Animal Feed Science and Technology, 6: 83-90.
29. Svihus, B., A. K. Uhlen, and O. M. Harstad. 2005. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch. Animal Feed Science and Technology, 122: 303-320.
30. Sylvanus, D. P. O, P. K. Malumba, Y. Beckers, and B. Francois. 2015. Impact of drying and heat treatment on the feeding value of corn. A review. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 19: 301-312.

31. Tiemouri, H., H. Zarghi, and A. Golian. 2017. Effect of enzyme supplementation on metabolic energy, digestibility of dry matter and crude protein in barley in broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research, 10: 513-523. (In Persian)
32. Wiseman, J. 2000. Correlation between physical measurements and dietary energy values of wheat for poultry and pigs. Animal Feed Science and Technology, 84: 1-11.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 3, Fall 2021, p. 369-388

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص. ۳۸۸-۳۶۹

Determination of Metabolizable Energy of Corn Processed at Different Temperatures and Effect of their Inclusion in Mash Diets with and without Enzyme Supplementation on Growth Performance and Small Intestine Morphology of Broiler Chickens During 1-24 days

Mohsen Teymouri[1], Ahmad Hassanabadi[2*], Hassan Nasiri-Moghaddam[2], Abolghasem Golian[2]

Submitted: 18-10-2019
Accepted: 06-01-2020

Teymouri, M., A. Hassanabadi, H. Nasiri-Moghaddam, and A. Golian. 2021. Determination of Metabolizable Energy of Corn Processed at Different Temperatures and Effect of their Inclusion in Mash Diets with and without Enzyme Supplementation on Growth Performance and Small Intestine Morphology of Broiler Chickens During 1-24 days. Iranian Journal of Animal Science Research 13(3):369-388.

Introduction Corn is one of the most important cereals used for poultry feeding due to its high starch, available energy and protein. Starch is an important source of energy in cereals and it is important to pay attention to its availability. In the cell wall of the endosperm, cereal grains, contain some of the structural carbohydrates that are soluble in the small intestine and have high molecular weight which may cause viscosity. Positive physical and chemical changes by steam conditioning, include starch gelatinization, denaturation of digestive enzyme inhibitor proteins, and cell wall breakage. Regardless of NSP content, some amounts of nutrients pass through the birds gut without being digested in corn-soy diets. Supplementing broiler diets with exogenous enzymes to degrade NSP has been a useful tool to release energy and nutrients, which can increase the value of low quality corn in poultry feeds and improve growth performance.

Materials and Methods This project was conducted at the Poultry Research Center of Ferdowsi University of Mashhad. A batch of corm grains was obtained from a commercial supplier and ground in a hammer mill to pass through screen sizes of 3.0 and 5.0 mm for starter (1-10 d) and grower (11-24 d) periods, respectively.
First trial: Apparent metabolizable energy (AME) and digestibility of corn crude protein (CP) and dry matter (DM) were determined in basal diets, which the corn was the sole source of ME and CP. Basal diets contained the conditioned (at temperatures of 55, 70 and 85 °C) or unconditioned corn and was or was not supplemented with enzyme (Rovabio®; Adisseo, France) at the amount of 0.5 g/kg diet. Total excreta collection was performed with 144 chicks in 8 treatments with 6 replicates and 3 birds each, during 7 to 9 days of age using battery cages. Excreta from each replicate cage were collected early in the morning and in the evening. After removing feathers, feed residues, and other contamination sources, excreta were air dried in an oven at 55 °C for 72 hours. Then the excreta were weighed and homogenized, then a sample of approximately 30% of the excreta was randomly separated and kept at -20 °C to further analysis. Then, dried excreta samples were ground in a micro-mill and submitted to the Animal Nutrition Lab. Feed and excreta dry matter, gross energy, and nitrogen contents were determined.
Second trial: In second trial, 576 d-old broilers from Ross 308 strain with initial BW of 43 g, were fed with mash diets containing conditioned corn which was or was not supplemented with enzyme, during starter (1-10 d) and grower (11-24 d) periods. The experiment was done based on a completely randomized design with 4 × 2 factorial arrangement of treatments evaluating four corn conditioning temperatures (unconditioned and conditioned at 55, 70 and 85 °C) and two enzyme (Rovabio®; Adisseo, France) levels (0 and 0.5 g/kg diet). chicks were assigned under eight treatments with 6 floor pen replicates. Each floor pen of 1.2 × 1 × 0.8 m (L × W × H) included 12 chicks (6 male and 6 female,

1- Ph.D student, Department Animal Science, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Professor, Department Animal Science, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*Corresponding author email: hassanabadi@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v13i3.83851

equally for all replicates). Floor pens were covered with 1.5 Kg/m2 of wood shavings. Four of eight experimental diets were supplemented with 0.5 g/kg of a multiple enzyme complex composed of cellulases, 6400 unit; β-glucanase, 2000 unit and Xylanase 22000 unit per gram (Rovabio®; Adisseo, France). Corn-soy-based diets were formulated to meet the Ross 308 strain recommendations for major nutrients for starter and grower phases. Feed and water were supplied for ad libitum consumption throughout the trial with a tube feeder and two nipple drinkers in each floor pen. House temperature was initially set at 32 °C on day one and was decreased linearly by 0.5 °C per d to a temperature of 21 °C. During the experiment, the lighting program consisted of 23L:1D. A completely randomized design with 4×2 factorial arrangement was used in the both trials. Main factors were included corn conditioning temperatures (unconditioned and conditioned at 55, 70 and 85 °C) and two enzyme levels (0 and 0.5 g/kg diet). The data were analyzed using generalized linear model (GLM) procedure, SAS software (9.4) and the differences between them was tested by Duncan's test ($P \leq 0.05$).

Results and Discussion Conditioning and enzyme supplementation had no significant effects on AME and CP digestibility. Conditioning at 80 °C decreased DM digestibility of corn in comparison to control group ($P<0.05$). Enzyme had no significant effect on DM digestibility. In second trial, there were no significant differences in productive performance among treatments during 11-24 d and the accumulated period (1 to 24 d). Feed conversion ratio (FCR) of the birds fed diets containing conditioned corn at 85 °C was significantly more than that of 55 and 70 °C diets during 1-10 d; although it was not significantly different with control group. Neither corn conditioning nor enzyme supplementation had significant effect on carcass characteristics, and small intestine segments length and weight at 24 d. Enzyme supplementation significantly increased villi height and width at 24 d ($P < 0.05$). Corn conditioning significantly increased villi width and crypt depth but decreased villi width to crypt depth ratio. Bifidobacteria, E. coli and clostridia population in the ileal contents were not affected by corn conditioning and enzyme supplementation. Lactobacillus population was increased by enzyme addition and also by corn conditioning at temperature 70 °C in compare to control group. These results are in agreement with those reported by Gonza´lez-Alvarado et al. (2007) who reported no significant differences in growth performance of broiler chicks fed heat treated corn-based diets. However, negative effect of higher pelleting temperatures on the WG of birds fed corn-based diets have also been reported. They showed that pelleting a corn–soybean meal diet at 65 ◦C resulted in higher weight gain compared to the basal mash diet and diets pelleted at 75 and 85 ◦C.

Conclusion In general, corn conditioning and enzyme supplementation did not improve growth performance and nutrient utilization but improved gut histomorphology and microbial status.

Key words: Broiler, Corn Conditioning, Jejunum, Microbial count, Performance.